

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
25. August 2005 (25.08.2005)

PCT

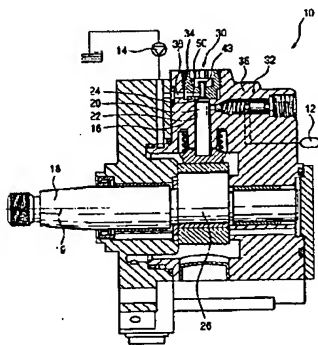
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/078273 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F02M 59/46**,  
F04B 53/10, F16K 15/04, 15/06
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP2005/050126**
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
13. Januar 2005 (13.01.2005)
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 006 700.7  
11. Februar 2004 (11.02.2004) **DE**  
10 2004 027 825.3  
8. Juni 2004 (08.06.2004) **DE**
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RODRIGUEZ-  
AMAYA, Nestor** [DE/DE]; Dennerstr. 70, 70372 Stuttgart  
(DE). **MENNICKEN, Michael** [DE/DE]; Wenntalstr.  
10, 71299 Wimsheim (DE). **BRENDLE, Peter** [DE/DE];  
Drosselweg 4, 72829 Engstingen (DE). **BREDOW, Falko**  
[DE/DE]; Danneckerweg 38/1, 71686 Remseck (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): **AE, AG, AL,**

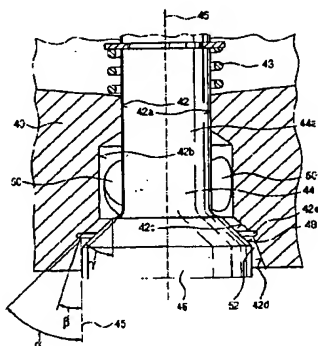
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **HIGH PRESSURE PUMP, IN PARTICULAR FOR A FUEL INJECTION DEVICE IN AN INTERNAL COMBUSTION  
ENGINE**

(54) Bezeichnung: **HOCHDRUCKPUMPE, INSBESONDERE FÜR EINE KRAFTSTOFFEINSPRITZEINRICHTUNG EINER  
BRENNKRAFTMASCHINE**



(57) Abstract: The invention concerns a high pressure pump comprising at least one pump component (16) wherein, upon the suction stroke of a pump piston (20), fuel from the fuel supply conduit (50) is sucked by an intake valve (30), the fuel being delivered by a delivery valve (32) upon the delivery stroke of the pump piston (20). The intake valve (30) comprises a component (44) whereof one sealing surface (48) inclined towards its longitudinal axis (45) co-operates with a valve seat (42c) arranged in a valve cage (40). Said valve component (44) enables, in an open state, when the sealing surface (48) of the valve component (44) is released from the valve seat (42c), a flow cross-section between the fuel supply conduit (50) and the pump working space (24) to be cleared between said valve component (44) and the valve cage (40). The valve component (44) being opened, a zone (52) provided with the smallest flow cross-section between the valve component (44) and the valve cage (40), in the direction of the flow circulating from the fuel supply conduit (50) towards the pump working space (24), is provided downstream of the flow and the sealing surface (48) of the valve component (44).



(57) Zusammenfassung: Die Hochdruckpumpe weist wenigstens ein Pumpenelement (16) auf, in den beim Saughub eines Pumpenkolbens (20) über ein Einlassventil (30) Kraftstoff aus einem Kraftstoffzulauf (50) angesaugt wird und aus dem beim Förderhub des Pumpenkolbens (20) über ein Auslassventil (32) Kraftstoff verdrängt wird. Das Einlassventil (30) weist ein Ventilglied (44) auf, das mit einer zu seiner Längsachse (45) geneigten Dichtfläche (48) mit einem in einem Ventilgehäuse (40) angeordneten Ventilsitz (42c) zusammenwirkt, wobei durch das Ventilglied (44) in geöffnetem Zustand, wenn dieses mit seiner Dichtfläche (48) vom Ventilsitz (42c) abgehoben ist, zwischen dem Ventilglied (44) und dem Ventilgehäuse (40) ein Durchflussquerschnitt zwischen dem Kraftstoffzulauf (50) und dem Pumpenarbeitsraum (24) freigegeben wird. In geöffnetem Zustand des Ventilglieds (44) ist ein Bereich (52) mit dem kleinsten Durchflussquerschnitt zwischen dem Ventilglied (44) und dem Ventilgehäuse (40) in Strömungsrichtung vom Kraftstoffzulauf (50) zum Pumpenarbeitsraum (24) stromabwärts nach der Dichtfläche (48) des Ventilglieds (44) angeordnet.

WO 2005/078273 A1



AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

Hochdruckpumpe, insbesondere für eine  
Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

10

Die Erfindung geht aus von einer Hochdruckpumpe,  
insbesondere für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer  
Brennkraftmaschine nach der Gattung des Anspruchs 1.

15

Eine solche Hochdruckpumpe ist durch die DE 198 60 672 A1  
bekannt. Diese Hochdruckpumpe weist wenigstens ein  
Pumpenelement auf mit einem in einer Hubbewegung  
angetriebenen Pumpenkolben, der einen Pumpenarbeitsraum  
begrenzt. Beim Saughub des Pumpenkolbens wird über ein

20

Einlassventil Kraftstoff aus einem Kraftstoffzulauf  
angesaugt und beim Förderhub des Pumpenkolbens wird über  
ein Auslassventil Kraftstoff aus dem Pumpenarbeitsraum  
verdrängt. Das Einlassventil weist ein Ventilglied mit

25

einer zu seiner Längsachse geneigten Dichtfläche auf, mit  
der dieses mit einem in einem Ventilgehäuse angeordneten  
Ventilsitz zusammenwirkt. Das Auslassventil weist ein  
kugelförmiges Ventilglied auf, das mit einem in einem

30

Ventilgehäuse angeordneten Ventilsitz zusammenwirkt. Durch  
das jeweilige Ventilglied wird in geöffnetem Zustand, wenn  
dieses mit seiner Dichtfläche vom Ventilsitz abgehoben ist,  
zwischen dem Ventilglied und dem Ventilgehäuse ein

35

Durchflussquerschnitt freigegeben. In geöffnetem Zustand  
des Ventils ist dabei der kleinste Durchflussquerschnitt  
zwischen dem Ventilglied und dem Ventilgehäuse im Bereich  
der Dichtfläche des Ventilglieds angeordnet, wodurch sich  
dort eine hohe Strömungsgeschwindigkeit und entsprechend  
ein geringer statischer Druck im Bereich der Dichtfläche  
ergeben und infolgedessen nur eine geringe in

- 2 -

Öffnungsrichtung des Ventilglieds wirkende Kraft. Es können je nach Hub des Ventilglieds und Druckdifferenz sogar Kräfte in Schließrichtung auf das Ventilglied wirken. Zum Offenhalten des Einlassventils ist daher eine große Druckdifferenz zwischen dem Kraftstoffzulauf und dem Pumpenarbeitsraum erforderlich, was wiederum einen hohen Druck im Kraftstoffzulauf und damit eine entsprechend groß dimensionierte Förderpumpe zur Erzeugung dieses Drucks erfordert. Bei der Durchströmung des Einlassventils tritt darüberhinaus ein großer Druckverlust auf, wodurch die Befüllung des Pumpenarbeitsraums erschwert wird. Dieser Druckverlust entspricht der erforderlichen Druckdifferenz zur Befüllung des Pumpenarbeitsraums. Das Auslassventil neigt durch die entstehenden hydraulischen Kräfte zum Schwingen, so dass das Auslassventil ständig öffnet und schließt, wodurch das Betriebsverhalten der Hochdruckpumpe beeinträchtigt wird und eine hohe Belastung der Hochdruckpumpe infolge von im Pumpenarbeitsraum bei geschlossenem Auslassventil auftretenden Druckspitzen verursacht wird.

#### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Hochdruckpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass zum Offenhalten des Einlassventils und/oder des Auslassventils nur eine geringe Druckdifferenz vor und nach dem Ventil erforderlich ist, da durch die Verlagerung des kleinsten Durchflussquerschnitts von der Dichtfläche weg nach außen sich im Bereich der Dichtfläche ein höherer statischer Druck ergibt, durch den eine große in Öffnungsrichtung auf das Ventilglied wirkende Kraft erzeugt wird. Der Druck im Kraftstoffzulauf kann dadurch relativ gering gehalten werden, was eine entsprechend kleiner dimensionierte Förderpumpe ermöglicht, und infolge der geringeren Druckverluste bei der Durchströmung des Einlassventils wird

- 3 -

die Befüllung des Pumpenarbeitsraums verbessert. Beim Auslassventil wird durch die Verlagerung des kleinsten Durchflussquerschnitts ein stabiles Öffnen sichergestellt, so dass die Belastung der Hochdruckpumpe verringert ist.

5

In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Hochdruckpumpe angegeben. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 2 ist die Anordnung des kleinsten Durchflussquerschnitts stromabwärts nach der Dichtfläche des Ventilglieds auf einfache Weise ermöglicht.

10

#### Zeichnung

15

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer Brennkraftmaschine, Figur 2 ein Einlassventil der Hochdruckpumpe in vergrößerter Darstellung in einem Längsschnitt, Figur 3 eine modifizierte Ausführung des Einlassventils und Figur 4 ein Auslassventil der Hochdruckpumpe in einem Längsschnitt.

20

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

25

In Figur 1 ist eine Hochdruckpumpe 10 für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer Brennkraftmaschine dargestellt, die vorzugsweise eine selbstzündende Brennkraftmaschine ist. Durch die Hochdruckpumpe 10 wird Kraftstoff unter Hochdruck in einen Speicher 12 gefördert, aus dem Kraftstoff zur Einspritzung an der Brennkraftmaschine entnommen wird. Der Hochdruckpumpe 10 wird durch eine Förderpumpe 14 Kraftstoff zugeführt. Die Hochdruckpumpe 10 weist wenigstens ein Pumpenelement 16 auf, das einen zumindest mittelbar durch eine Antriebswelle 18 der Hochdruckpumpe 10 in einer Hubbewegung angetriebenen

30

35

- 4 -

Pumpenkolben 20 aufweist. Der Pumpenkolben 20 ist in einer zumindest annähernd radial zur Antriebswelle 18 verlaufenden Zylinderbohrung 22 dicht geführt und begrenzt in dem der Antriebswelle 18 abgewandten äusseren Endbereich der Zylinderbohrung 22 einen Pumpenarbeitsraum 24. Die Antriebswelle 18 weist einen Nocken oder einen zu ihrer Drehachse 19 exzentrischen Wellenabschnitt 26 auf, über den bei der Drehbewegung der Antriebswelle 18 die Hubbewegung des Pumpenkolbens 20 bewirkt wird. Der Pumpenarbeitsraum 24 ist über ein in den Pumpenarbeitsraum 24 öffnendes, als Rückschlagventil ausgebildetes Einlassventil 30 mit einem Kraftstoffzulauf von der Förderpumpe 14 her verbindbar. Der Pumpenarbeitsraum 24 ist außerdem über ein aus dem Pumpenarbeitsraum 24 öffnendes, als Rückschlagventil ausgebildetes Auslassventil 32 mit einem Kraftstoffablauf zum Speicher 12 hin verbindbar. Beim Saughub bewegt sich der Pumpenkolben 20 in der Zylinderbohrung 22 radial nach innen, so dass das Volumen des Pumpenarbeitsraums 24 vergrößert wird. Beim Saughub des Pumpenkolbens 20 ist wegen der dabei bestehenden Druckdifferenz das Einlassventil 30 geöffnet, da von der Förderpumpe 14 ein höherer Druck erzeugt wird als der im Pumpenarbeitsraum 24 herrschende Druck, so dass von der Förderpumpe 14 geförderter Kraftstoff in den Pumpenarbeitsraum 24 angesaugt wird. Das Auslassventil 32 ist beim Saughub des Pumpenkolbens 20 geschlossen, da im Speicher 12 ein höherer Druck als im Pumpenarbeitsraum 24 herrscht.

Nachfolgend wird beispielhaft das Einlassventil 30 anhand der Figur 2 näher beschrieben. Das Einlassventil 30 ist beispielsweise in eine sich radial nach aussen an die Zylinderbohrung 22 anschliessende Bohrung 34 eines Gehäuseteils 36 der Hochdruckpumpe 10 eingesetzt. Die Bohrung 34 ist dabei im Durchmesser gegenüber der Zylinderbohrung 22 größer ausgebildet. Das Gehäuseteil 36 kann beispielsweise ein Zylinderkopf sein, der mit einem

anderen Gehäuseteil, in dem die Antriebswelle 18 gelagert ist, verbunden ist oder ein Gehäuseteil sein, in dem auch die Antriebswelle 18 gelagert ist. In die Bohrung 34 mündet nahe deren der Zylinderbohrung 22 zugewandtem Endbereich  
5 beispielsweise etwa radial zur Achse der Bohrung 34 ein Kraftstoffzulaufkanal 38, der mit der Förderpumpe 14 verbunden ist. Das Einlassventil 30 weist ein Ventilgehäuse 40 auf, in dem eine im Durchmesser mehrfach gestufte Bohrung 42 vorhanden ist. Die Bohrung 42 weist einen im  
10 Durchmesser kleinen Abschnitt 42a auf, einen sich an den Abschnitt 42a zum Pumpenarbeitsraum 24 anschließenden Abschnitt 42b mit größerem Durchmesser, einen sich an den Abschnitt 42b zum Pumpenarbeitsraum 24 hin anschließenden Abschnitt 42c und einen sich an den Abschnitt 42c zum  
15 Pumpenarbeitsraum 24 hin anschließenden Abschnitt 42d auf. Das Einlassventil 30 weist ein kolbenförmiges Ventilglied 44 auf, das mit einem zylindrischen Schaft 44a im Bohrungsabschnitt 42a verschiebbar geführt ist. Das Ventilglied 44 weist außerdem einen an den Schaft 44a  
20 anschließenden, im Durchmesser gegenüber dem Schaft 44a vergrößerten Kopf 46 auf, wobei am Übergang vom Kopf 46 zum Schaft 44a eine Dichtfläche 48 am Ventilglied 44 angeordnet ist. Die Dichtfläche 48 verläuft unter einem Winkel  $\gamma$  geneigt zur Längsachse 45 des Ventilglieds 44, derart, dass  
25 sich die Dichtfläche 48 der Längsachse 45 zum Schaft 44a hin annähert. Die Dichtfläche 48 ist vorzugsweise zumindest annähernd kegelstumpfförmig ausgebildet. An die Dichtfläche 48 anschließend kann der Kopf 46 des Ventilglieds 44 zumindest annähernd zylinderförmig ausgebildet sein. Der  
30 Kopf 46 des Ventilglieds 44 weist zum Pumpenarbeitsraum 24. Der Schaft 44a des Ventilglieds 44 ragt mit seinem dem Kopf 46 abgewandten Ende aus dem Bohrungsabschnitt 42a heraus und an diesem greift eine vorgespannte Schließfeder 43 an.

35 Im Ventilgehäuse 40 ist wenigstens ein Zulaufkanal 50 eingebracht, der in den Bohrungsabschnitt 42b mündet.

Vorzugsweise sind mehrere, beispielsweise drei über den Umfang des Ventilgehäuses 40 gleichmäßig verteilte Zulaufkanäle 50 vorgesehen. Der Bohrungsabschnitt 42c ist derart ausgebildet, dass sich dessen Durchmesser vom Bohrungsabschnitt 42b weg zum Bohrungsabschnitt 42d hin erweitert. Die Mantelfläche des Bohrungsabschnitts 42c ist dabei vorzugsweise kegelstumpfförmig ausgebildet, kann jedoch auch beliebig anders geformt sein, beispielsweise konkav oder konvex gewölbt. Die Mantelfläche des Bohrungsabschnitts 42c verläuft unter einem Winkel  $\alpha$  zur Längsachse 45 des Ventilglieds 44 geneigt. Der Neigungswinkel  $\alpha$  der Mantelfläche des Bohrungsabschnitts 42c ist vorzugsweise etwas größer als der Winkel  $\gamma$ , unter dem die Dichtfläche 48 des Ventilglieds 44 geneigt ist, kann jedoch auch etwas kleiner als der Winkel  $\gamma$  sein. Der Bohrungsabschnitt 42c bildet einen Ventilsitz, mit dem die Dichtfläche 48 des Ventilglieds 44 zusammenwirkt. In geschlossenem Zustand liegt das Ventilglied 44 mit seiner Dichtfläche 48 am Bohrungsabschnitt 42c an, wobei die Anlage der Dichtfläche 48 infolge der Differenz zwischen den Neigungswinkeln  $\alpha$  und  $\gamma$  an dem dem Bohrungsabschnitt 42b zugewandten Rand des Bohrungsabschnitts 42c erfolgt.

Der Bohrungsabschnitt 42d ist derart ausgebildet, dass sich dessen Durchmesser vom Bohrungsabschnitt 42c weg zum Pumpenarbeitsraum 24 hin vergrößert. Die Mantelfläche des Bohrungsabschnitts 42d ist dabei vorzugsweise kegelstumpfförmig ausgebildet, kann jedoch auch beliebig anders geformt sein, beispielsweise konkav oder konvex gewölbt. Die Mantelfläche des Bohrungsabschnitts 42d verläuft unter einem Winkel  $\beta$  zur Längsachse 45 des Ventilglieds 44 geneigt. Der Winkel  $\beta$ , unter dem die Mantelfläche des Bohrungsabschnitts 42d zur Längsachse 45 geneigt verläuft ist dabei kleiner als der Winkel  $\alpha$ , unter dem die Mantelfläche des Bohrungsabschnitts 42c zur Längsachse 45 geneigt verläuft. Am Übergang zwischen den



Bohrungsabschnitten 42c und 42d ist vorzugsweise ein Freistich 42e vorgesehen, um eine einfache Herstellung der beiden Bohrungsabschnitte 42c und 42d mit den unterschiedlichen Neigungswinkeln  $\alpha$  und  $\beta$  zu ermöglichen.

5 Der Freistich 42e weist vorzugsweise eine zumindest annähernd parallel zur Längsachse 45 verlaufende Mantelfläche auf. Der Außendurchmesser des Kopfs 46 des Ventilglieds 44 ist etwas kleiner als der Durchmesser des Freistichs 42e, dass dieser mit der Kante am Übergang vom

10 Kopf 46 zur Dichtfläche 48 in geschlossenem Zustand etwas in den Freistich 42e eintauchen kann. Durch den Freistich 42e wird somit eine Kollision zwischen dem Kopf 46 des Ventilglieds 44 und dem Ventilgehäuse 40 vermieden.

15 Durch die vorstehend beschriebene Ausbildung des Ventilgehäuses 40 mit den Bohrungsabschnitten 42c und 42d, deren Neigungswinkel  $\alpha$  und  $\beta$  unterschiedlich sind, wird erreicht, dass in geöffnetem Zustand, wenn das Ventilglied 44 mit seiner Dichtfläche 48 von dem den Ventilsitz

20 bildenden Bohrungsabschnitt 42c abgehoben ist, der Bereich 52 des kleinsten Durchflussquerschnitts zwischen dem zylindrischen Abschnitt des Kopfs 46 des Ventilglieds 44 und dem Bohrungsabschnitt 42d vorhanden ist. In diesem Bereich 52 des geringsten Durchflussquerschnitts ist bei

25 geöffnetem Einlassventil 30 die höchste Strömungsgeschwindigkeit vorhanden und damit ein geringer statischer Druck. Der Bereich 52 ist somit in Strömungsrichtung des Kraftstoffs vom Zulaufkanal 50 in den Pumpenarbeitsraum 24 stromabwärts nach der Dichtfläche 48

30 des Ventilglieds 44 angeordnet. Im Bereich der Dichtfläche 48 des Ventilglieds 44 ist somit eine geringere Strömungsgeschwindigkeit vorhanden als im Bereich 52 und entsprechend ein relativ hoher statischer Druck. Dieser auf die Dichtfläche 48 des Ventilglieds 44 wirkende statische

35 Druck erzeugt eine in Öffnungsrichtung auf das Ventilglied 44 wirkende Kraft und unterstützt somit die

Öffnungsbewegung des Ventilglieds 44 und die stabile Anordnung des Ventilglieds 44 in seinem geöffneten Zustand.

5 Beim Saughub des Pumpenkolbens 20 öffnet das Einlassventil 30, wenn die durch den im Kraftstoffzulauf 38 herrschenden Druck, der auf den innerhalb des Ventilsitzes 42c angeordneten Teil der Dichtfläche 48 des Ventilglieds 44 wirkt, in Öffnungsrichtung auf das Ventilglied 44 erzeugte Kraft größer ist als die Summe der durch den im  
10 Pumpenarbeitsraum 24 herrschenden Druck auf das Ventilglied 44 erzeugte Kraft und die durch die Schließfeder 43 erzeugten Kraft ist. Wenn das Ventilglied 44 mit seiner Dichtfläche 48 vom Ventilsitz 42c abgehoben ist, so ist die gesamte Dichtfläche 48 druckbeaufschlagt, wobei durch die  
15 Anordnung des Bereichs 52 mit dem kleinsten Durchflussquerschnitt stromabwärts nach der Dichtfläche 48 auf die Dichtfläche 48 ein relativ hoher statischer Druck wirkt, der das Ventilglied 44 in seinem geöffneten Zustand hält. Beim Förderhub des Pumpenkolbens 20 wird durch diesen  
20 im Pumpenarbeitsraum 24 ein erhöhter Druck erzeugt, durch den das Einlassventil 30 geschlossen wird.

In Figur 3 ist eine modifizierte Ausführung des Einlassventils 30 dargestellt, bei der der grundsätzliche  
25 Aufbau gleich ist wie bei der Ausführung gemäß Figur 2, jedoch das Ventilglied 44 modifiziert ist. Der Kopf 46 des Ventilglieds 44 weist dabei zu dessen dem Schaft 44a zugewandtem Ende hin einen im Durchmesser gegenüber dem übrigen Durchmesser des Kopfes 46 verringerten Bereich 47  
30 auf. Der im Durchmesser verringerte Bereich 47 des Kopfes 46 des Ventilglieds 44 ist derart angeordnet, dass dieser bei in seiner Schließstellung angeordnetem Ventilglied 44 dem Übergang zwischen der ersten Mantelfläche 42c und der zweiten Mantelfläche 42d des Ventilgehäuses 40  
35 gegenüberliegt. Durch die Durchmesserverringering im Bereich 47 wird eine Kollision des Kopfes 46 des

Ventilglieds 44 mit dem Ventilgehäuse 40 vermieden. Durch die Durchmesser verringering im Bereich 47 ist am Kopf 46 des Ventilglieds 44 an dessen Übergang zur Dichtfläche 48 ein Absatz gebildet. Der Übergang vom Bereich 47 zum übrigen Teil des Kopfes 46 des Ventilglieds 44 mit großem Durchmesser kann wie in Figur 3 dargestellt gerundet ausgebildet sein. Der Kopf 46 des Ventilglieds 44 kann wie in Figur 2 dargestellt etwa zylinderförmig ausgebildet sein oder wie in Figur 3 dargestellt etwa kegelstumpfförmig, wobei sich der Durchmesser des Kopfes 46 zum Pumpenarbeitsraum 24 hin vergrößert, wodurch die Umströmung des Kopfes 46 des Ventilglieds 44 verbessert wird.

Nachfolgend wird beispielhaft das Auslassventil 32 anhand der Figur 4 näher beschrieben. Das Auslassventil 32 ist beispielsweise in eine Bohrung 54 des Gehäuseteils 36 eingesetzt. In die Bohrung 54 mündet beispielsweise etwa radial zu deren Längsachse ein Kraftstoffablaufkanal 56, der mit dem Speicher 12 verbunden ist. Das Gehäuseteil 36 bildet ein Ventilgehäuse für das Auslassventil 32, wobei alternativ auch ein separates, in das Gehäuseteil 36 eingesetztes Ventilgehäuse für das Auslassventil 32 vorgesehen sein kann. Die Bohrung 54 im Gehäuseteil 36 ist im Durchmesser mehrfach gestuft ausgebildet und weist einen in den Pumpenarbeitsraum 24 mündenden Abschnitt 54a mit kleinem Durchmesser auf. An den Bohrungsabschnitt 54a schließt sich vom Pumpenarbeitsraum 24 weg ein weiterer Bohrungsabschnitt 54b an, dessen Durchmesser sich vom Pumpenarbeitsraum 24 weg vergrößert. Der Bohrungsabschnitt 54b ist vorzugsweise zumindest annähernd kegelstumpfförmig ausgebildet, kann jedoch alternativ auch eine konkav oder konvex gewölbte Mantelfläche aufweisen. Die Mantelfläche des Bohrungsabschnitts 54b verläuft unter einem Winkel  $\alpha$  geneigt zur Längsachse 55 der Bohrung 54. An den Bohrungsabschnitt 54b schließt sich vom Pumpenarbeitsraum 24 weg ein weiterer Bohrungsabschnitt 54c an, dessen

- 10 -

Durchmesser sich vom Pumpenarbeitsraum 24 weg vergrößert. Der Bohrungsabschnitt 54c ist vorzugsweise zumindest annähernd kegelstumpfförmig ausgebildet, kann jedoch alternativ auch eine konkav oder konvex gewölbte Mantelfläche aufweisen. Die Mantelfläche des Bohrungsabschnitts 54c verläuft unter einem Winkel  $\beta$  geneigt zur Längsachse 55 der Bohrung 54, wobei der Winkel  $\beta$  kleiner ist als der Winkel  $\alpha$ . An den Bohrungsabschnitt 54c kann sich ein weiterer Bohrungsabschnitt 54d mit konstantem Durchmesser anschließen, der bis zur Außenseite des Gehäuseteils 36 verläuft. In den Bohrungsabschnitt 54d ist von der Außenseite des Gehäuseteils 36 her ein Verschlusselement 58 eingesetzt, beispielsweise eingeschraubt.

Das Auslassventil 32 weist ein Ventilglied 60 auf, das zumindest annähernd kugelförmig ausgebildet ist. Es kann eine Schließfeder 62 vorgesehen sein, die zwischen dem Ventilglied 60 und dem Verschlusselement 58 eingespannt ist und durch die das Ventilglied 60 zum Pumpenarbeitsraum 24 hin gedrückt wird. Das Ventilglied 60 wirkt mit einer Dichtfläche 64, die durch einen Teil seiner Oberfläche gebildet ist, mit dem Bohrungsabschnitt 54b zusammen, der einen Ventilsitz für das Ventilglied 60 bildet. Bei geringem Druck im Pumpenarbeitsraum 24 wird das Ventilglied 60 durch die Schließfeder 62 mit seiner Dichtfläche 64 in Anlage am Ventilsitz 54b gehalten. Am Ventilglied 60 ist in geschlossenem Zustand nur ein relativ kleiner Teil der Oberfläche entsprechend etwa dem Durchmesser des Bohrungsabschnitts 54a von dem im Pumpenarbeitsraum 24 herrschenden Druck beaufschlagt. Wenn der Druck im Pumpenarbeitsraum 24 steigt, so öffnet das Auslassventil 32, da die durch den auf das Ventilglied 60 wirkenden Druck erzeugte Kraft in Öffnungsrichtung größer ist als die Kraft der Schließfeder 62.

Beim Öffnen des Auslassventils 32 wird zwischen der Dichtfläche 64 des Ventilglieds 60 und dem Ventilsitz 54b ein Durchflussquerschnitt freigegeben. Zwischen dem Umfang des Ventilglieds 60 und dem Bohrungsabschnitt 54c ist  
5 ebenfalls ein Bereich 66 mit einem freigegebenen Durchflussquerschnitt angeordnet, wobei der Durchflussquerschnitt bei geöffnetem Ventil im Bereich 66 kleiner ist als der zwischen der Dichtfläche 64 und dem Ventilsitz 54b freigegebene Durchflussquerschnitt. Eine  
10 Drosselung der Kraftstoffströmung bei der Durchströmung des geöffneten Auslassventils 32 erfolgt somit im Bereich 66 mit dem geringsten Durchflussquerschnitt und nicht im Bereich der Dichtfläche 64 des Ventilglieds 60. Im Bereich der Dichtfläche 64 des Ventilglieds 60 ist somit eine  
15 geringere Strömungsgeschwindigkeit vorhanden als im Bereich 66 des kleinsten Durchflussquerschnitts und daher ein höherer statischer Druck als im Bereich 66.

Beim Öffnen des Auslassventils 32, wenn dessen Ventilglied  
20 60 mit seiner Dichtfläche 64 vom Ventilsitz 54b abhebt, wird die druckbeaufschlagte Oberfläche des Ventilglieds 60 vergrößert, da dann nicht mehr nur die innerhalb des Ventilsitzes 54b liegende Oberfläche druckbeaufschlagt ist sondern die größere Oberfläche mit zum Bereich 66 hin. Auf  
25 das Ventilglied 60 wirkt daher eine große Druckkraft in Öffnungsrichtung, die das Ventilglied 60 stabil in seinem geöffneten Zustand hält, auch wenn eine große Kraftstoffmenge mit hoher Strömungsgeschwindigkeit das Auslassventil 32 durchströmt. Mit zunehmendem Hub des  
30 Ventilglieds 60 in Öffnungsrichtung vergrößert sich sowohl der zwischen dessen Dichtfläche 64 und dem Ventilsitz 54b freigegebene Durchflussquerschnitt als auch der im Bereich 66 freigegebene Durchflussquerschnitt, wobei der im Bereich 66 freigegebene Durchflussquerschnitt stets kleiner ist als  
35 der zwischen der Dichtfläche 64 und dem Ventilsitz 54b freigegebene Durchflussquerschnitt. Der Winkel  $\alpha$ , unter dem

- 12 -

der Ventilsitz 54b zur Längsachse 55 der Bohrung 54 geneigt ist, kann groß gewählt werden, so dass der Ventilsitz 54b relativ flach ist und damit eine hohe Verschleißbeständigkeit aufweist.

5

Bei einer Hochdruckpumpe kann vorgesehen sein, dass nur das Einlassventil 30 wie vorstehend zu Figur 2 oder 3 beschrieben ausgebildet ist, während das Auslassventil 32 als einfaches Kugel- oder Kegelventil ausgebildet ist.

10

Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass bei einer Hochdruckpumpe nur das Auslassventil 32 wie vorstehend zu Figur 4 beschrieben ausgebildet ist, während das Einlassventil 30 als einfaches Kegelsitz- oder Kugelventil ausgebildet sein kann. Außerdem kann auch ein wie anhand

15

Figur 4 als Auslassventil beschriebenes Ventil mit einem kugelförmigen Ventilglied als Einlassventil an einer Hochdruckpumpe verwendet werden. Entsprechend kann auch ein wie anhand Figur 2 oder 3 als Einlassventil beschriebenes Ventil mit einem Ventilglied mit kegelförmiger Dichtfläche

20

als Auslassventil an einer Hochdruckpumpe verwendet werden. Vorzugsweise sind bei einer Hochdruckpumpe sowohl das Einlassventil 30 als auch das Auslassventil 32 wie vorstehend zu den Figuren 2 oder 3 und 4 beschrieben ausgebildet.

25

5

## Ansprüche

1. Hochdruckpumpe, insbesondere für eine  
Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer Brennkraftmaschine,  
10 mit wenigstens einem Pumpenelement (16), das einen in einer  
Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (20) aufweist, der  
einen Pumpenarbeitsraum (24) begrenzt, in den beim Saughub  
des Pumpenkolbens (20) über ein Einlassventil (30)  
Kraftstoff aus einem Kraftstoffzulauf (50) angesaugt wird  
15 und aus dem beim Förderhub des Pumpenkolbens (20) über ein  
Auslassventil (32) Kraftstoff in einen Hochdruckbereich  
(56;12) verdrängt wird, wobei das Einlassventil (30)  
und/oder das Auslassventil (32) ein Ventilglied (44;60)  
aufweist, das mit einer Dichtfläche (48;64) mit einem in  
20 einem Ventilgehäuse (40;36) angeordneten Ventilsitz  
(42c;54b) zusammenwirkt, wobei durch das Ventilglied  
(44;60) in geöffnetem Zustand, wenn dieses mit seiner  
Dichtfläche (48;64) vom Ventilsitz (42c;54b) abgehoben ist,  
zwischen dem Ventilglied (44;60) und dem Ventilgehäuse  
25 (40;36) ein Durchflussquerschnitt freigegeben wird, dadurch  
gekennzeichnet, dass in geöffnetem Zustand des Ventilglieds  
(44;60) ein Bereich (52;66) mit dem kleinsten  
Durchflussquerschnitt zwischen dem Ventilglied (44;60) und  
dem Ventilgehäuse (40;36) in Strömungsrichtung des das  
30 Ventil (30;32) durchströmenden Kraftstoffs stromabwärts  
nach der Dichtfläche (48;64) des Ventilglieds (44;60)  
angeordnet ist.

2. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
35 dass das Ventilgehäuse (40;36) eine erste zu ihrer  
Längsachse (45;55) geneigte, das Ventilglied (44;60)

umgebende Mantelfläche (42c;54b) aufweist, die den Ventilsitz bildet, und eine sich an die erste Mantelfläche (42c;54b) anschließende zweite zu ihrer Längsachse (45;55) geneigte, das Ventilglied (44;60) umgebende Mantelfläche (42d;54c) aufweist, dass der Neigungswinkel ( $\beta$ ) der zweiten Mantelfläche (42d;54c) bezüglich der Längsachse (45;55) geringer ist als der Neigungswinkel ( $\alpha$ ) der ersten Mantelfläche (42c;54b) und dass in geöffnetem Zustand des Ventilglieds (44;60) der Bereich (52;66) des kleinsten Durchflussquerschnitts zwischen dem Ventilglied (44;60) und der zweiten Mantelfläche (42d;54c) des Ventilgehäuses (40;36) angeordnet ist.

3. Hochdruckpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Mantelfläche (42c;54b) und/oder die zweite Mantelfläche (42d;54c) des Ventilgehäuses (40;36) zumindest annähernd kegelstumpfförmig ausgebildet ist.

4. Hochdruckpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtfläche (48) des Ventilglieds (44) zumindest annähernd kegelstumpfförmig ausgebildet ist und vorzugsweise unter einem anderen Winkel ( $\gamma$ ) zur Längsachse (45) der ersten Mantelfläche (42c) geneigt ist als der Winkel ( $\alpha$ ), unter dem die erste Mantelfläche (42c) des Ventilgehäuses (40) zu ihrer Längsachse (45) geneigt ist.

5. Hochdruckpumpe nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass am Übergang zwischen der ersten Mantelfläche (42c) und der zweiten Mantelfläche (42d) des Ventilgehäuses (40) ein Freistich (42e) vorgesehen ist, der vorzugsweise eine zumindest annähernd parallel zur Längsachse (45) verlaufende Mantelfläche aufweist.

6. Hochdruckpumpe nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtfläche (48) am Ventilglied



(44) am Übergang zwischen einem Schaft (44a) des Ventilglieds (44) und einem im Querschnitt gegenüber dem Schaft (44a) vergrößerten Kopf (46) des Ventilglieds (44) angeordnet ist und dass am Kopf (46) des Ventilglieds (44) ein Bereich (47) mit gegenüber dem übrigen Querschnitt des Kopfes (46) verringertem Querschnitt vorgesehen ist, der dem Übergang zwischen der ersten Mantelfläche (42c) und der zweiten Mantelfläche (42d) im Ventilgehäuse (40) gegenüberliegt.

10

7. Hochdruckpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied (60) zumindest annähernd kugelförmig ausgebildet ist und dass die Dichtfläche (64) durch einen Bereich der Oberfläche des Ventilglieds (60) gebildet ist.

15

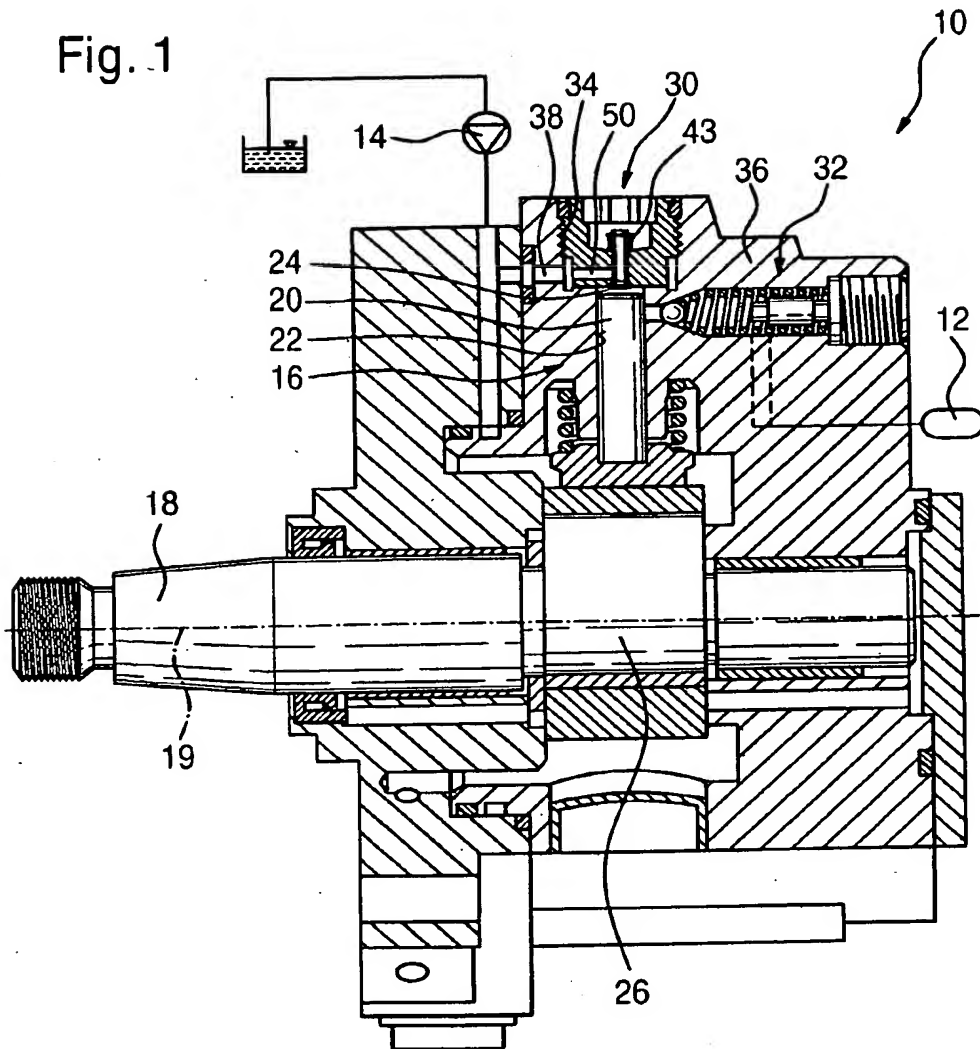
8. Hochdruckpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in geöffnetem Zustand des Ventilglieds (44;60) im Bereich von dessen Dichtfläche (48;64) ein höherer statischer Druck herrscht als im Bereich (52;66) des kleinsten Durchflussquerschnitts und dass durch den auf die Dichtfläche (48;64) wirkenden Druck eine Kraft in Öffnungsrichtung auf das Ventilglied (44;60) erzeugt wird.

20

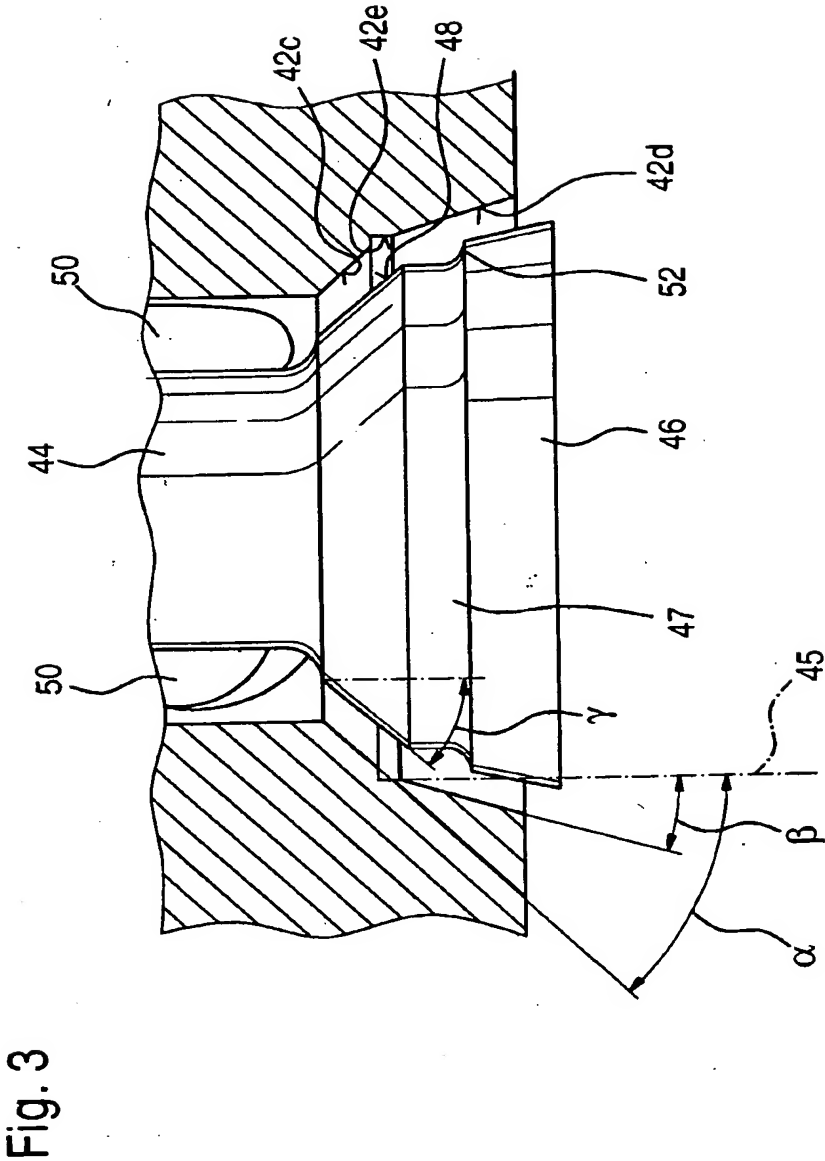
25

1 / 4

Fig. 1

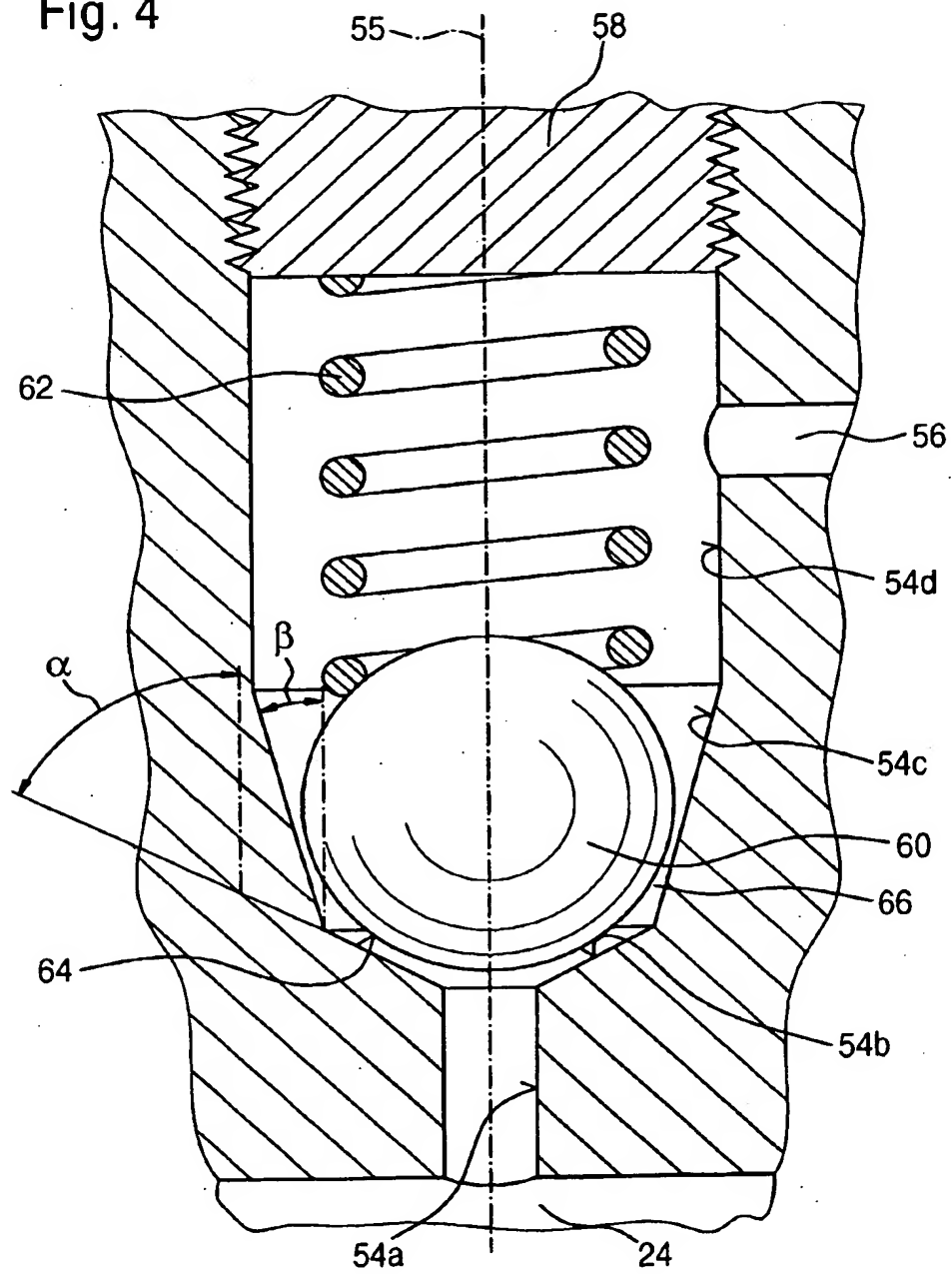






4 / 4

Fig. 4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/050126

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M59/46 F04B53/10 F16K15/04 F16K15/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M F04B F16K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 058 783 A (ROBERT BOSCH GMBH) 13 December 2000 (2000-12-13)	1,7,8
A	abstract; figures 1,2	2-6
Y	EP 0 516 759 A (SAAB AUTOMOBILE AKTIEBOLAG) 9 December 1992 (1992-12-09) claims 1-4; figure 2	1,7,8
A	EP 0 061 534 A (ROBERT BOSCH GMBH) 6 October 1982 (1982-10-06) page 3, paragraphs 2,3; figure	1-6
A	US 4 509 491 A (KAWATEI ET AL) 9 April 1985 (1985-04-09) column 6, line 3 - line 32; figures 4,5	1,7,8

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 April 2005

Date of mailing of the international search report

04/05/2005

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schmitter, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/050126

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1058783	A	13-12-2000	DE 19744577 A1	22-04-1999
			DE 59803797 D1	16-05-2002
			EP 1058783 A1	13-12-2000
			JP 2001520349 T	30-10-2001
			US 6332761 B1	25-12-2001
			WO 9919621 A1	22-04-1999
EP 0516759	A	09-12-1992	SE 465533 B	23-09-1991
			DE 69112386 D1	28-09-1995
			DE 69112386 T2	25-04-1996
			EP 0516759 A1	09-12-1992
			SE 9000602 A	20-08-1991
			WO 9112450 A1	22-08-1991
			US 5251664 A	12-10-1993
EP 0061534	A	06-10-1982	DE 3112100 A1	07-10-1982
			BR 8201722 A	22-02-1983
			EP 0061534 A1	06-10-1982
			JP 57171071 A	21-10-1982
US 4509491	A	09-04-1985	JP 59073567 U	18-05-1984

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F02M59/46 F04B53/10 F16K15/04 F16K15/06

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02M F04B F16K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 1 058 783 A (ROBERT BOSCH GMBH) 13. Dezember 2000 (2000-12-13)	1,7,8
A	Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	2-6
Y	EP 0 516 759 A (SAAB AUTOMOBILE AKTIEBOLAG) 9. Dezember 1992 (1992-12-09)	1,7,8
	Ansprüche 1-4; Abbildung 2 -----	
A	EP 0 061 534 A (ROBERT BOSCH GMBH) 6. Oktober 1982 (1982-10-06)	1-6
	Seite 3, Absätze 2,3; Abbildung -----	
A	US 4 509 491 A (KAWATEI ET AL) 9. April 1985 (1985-04-09)	1,7,8
	Spalte 6, Zeile 3 - Zeile 32; Abbildungen 4,5 -----	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\* A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\* E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\* L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\* O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\* P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\* T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\* X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\* Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\* G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. April 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/05/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schmitter, T



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050126

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1058783	A	13-12-2000	DE 19744577 A1 22-04-1999
			DE 59803797 D1 16-05-2002
			EP 1058783 A1 13-12-2000
			JP 2001520349 T 30-10-2001
			US 6332761 B1 25-12-2001
			WO 9919621 A1 22-04-1999
EP 0516759	A	09-12-1992	SE 465533 B 23-09-1991
			DE 69112386 D1 28-09-1995
			DE 69112386 T2 25-04-1996
			EP 0516759 A1 09-12-1992
			SE 9000602 A 20-08-1991
			WO 9112450 A1 22-08-1991
			US 5251664 A 12-10-1993
EP 0061534	A	06-10-1982	DE 3112100 A1 07-10-1982
			BR 8201722 A 22-02-1983
			EP 0061534 A1 06-10-1982
			JP 57171071 A 21-10-1982
US 4509491	A	09-04-1985	JP 59073567 U 18-05-1984